

# ELECTRON MULTIPLIER AND PHOTOMULTIPLIER TUBE

**Publication number:** JP9306416 (A)

**Also published as:**

**Publication date:** 1997-11-28

JP3640464 (B2)

**Inventor(s):** SHIMOI HIDEKI; KUSHIMA HIROYUKI

EP0911864 (A1)

**Applicant(s):** HAMAMATSU PHOTONICS KK

US5917281 (A)

**Classification:**

**- international:** H01J1/32; H01J43/06; H01J43/10; H01J43/12; H01J43/22; H01J1/02; H01J43/00; (IPC1-7): H01J43/10; H01J1/32; H01J43/18

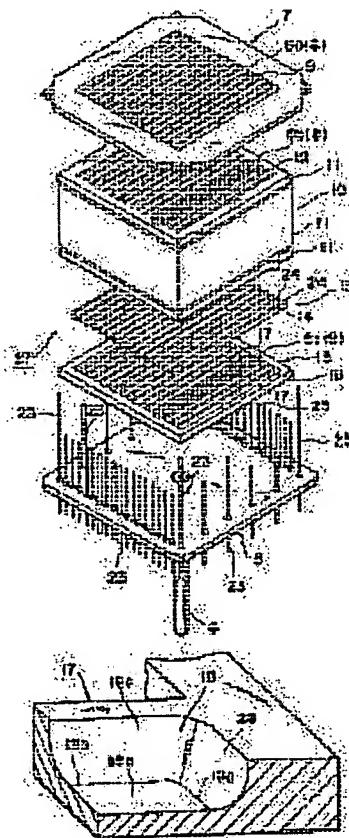
**- European:** H01J43/06; H01J43/22

**Application number:** JP19960120376 19960515

**Priority number(s):** JP19960120376 19960515; EP19970308433 19971023; US19970954961 19971021

## Abstract of JP 9306416 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electron multiplier and a photomultiplier tube capable of suppressing generation of a crosstalk. **SOLUTION:** An electron multiplier and a photomultiplier tube are provided with an electron multiplying part 10 laminating a dynode 11 for multiplying an incident electron in a plurality of steps, anode 13 having a plurality of anode parts 24 for forming a plurality of electron passing holes 14 passing an electron outgoing from the electron multiplying part 10 and a final step dynode 15 having an electron incident surface 18 making an electron passing each electron passing hole 14 of the anode 13 incident on each anode part 24; In an electron multiplier 27 having a plurality of channels 8, the electron incident surface 18 has an electron incident principal surface 18a opposed to the electron passing hole 14 and an erection surface 18c rising up toward the anode 13 from an end part 18b of the electron incident principal surface 18a in a position corresponding to the electron passing hole 14 of the anode 13.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database — Worldwide

2/2  
(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-306416

(43)公開日 平成9年(1997)11月28日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 J 43/10  
1/32  
43/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 01 J 43/10  
1/32  
43/18

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願平8-120376

(22)出願日

平成8年(1996)5月15日

(71)出願人 000236436

浜松ホニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 下井 英樹

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

ニクス株式会社内

(72)発明者 久嶋 浩之

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

ニクス株式会社内

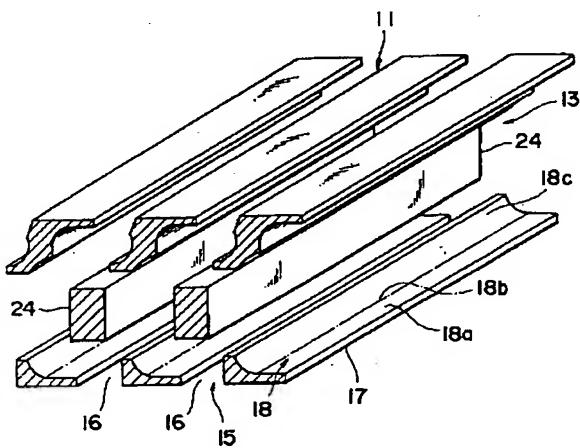
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54)【発明の名称】 電子増倍器及び光電子増倍管

(57)【要約】

【課題】 クロストークの発生を抑制することのできる電子増倍器及び光電子増倍管を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明による電子増倍器及び光電子増倍管は、入射した電子を増倍するためのダイノード11を複数段に積層させた電子増倍部10と、電子増倍部10から出射した電子を通過させる複数の電子通過孔14を形成させるための複数の陽極部24をもった陽極13と、陽極13の各電子通過孔14を通過した電子を各陽極部24に入射させる電子入射面18を有する最終段ダイノード15とを備え、複数のチャンネル8をもった電子増倍器27において、電子入射面18は、電子通過孔14に対峙する電子入射主要面18aと、陽極13の電子通過孔14に対応する位置で電子入射主要面18aの端部18bから陽極13に向かって立ち上がる起立面18cとを有することを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射した電子を増倍するためのダイノードを複数段に積層させた電子増倍部と、前記電子増倍部から出射した電子を通過させる複数の電子通過孔を形成させるための複数の陽極部をもった陽極と、前記陽極の前記各電子通過孔を通過した電子を前記各陽極部に入射させる電子入射面を有する最終段ダイノードとを備え、複数のチャンネルをもった電子増倍器において、

前記電子入射面は、前記電子通過孔に対峙する電子入射主要面と、前記陽極の前記電子通過孔に対応する位置で前記電子入射主要面の端部から前記陽極に向けて立ち上がる起立面とを有することを特徴とする電子増倍器。

【請求項 2】 前記起立面を前記電子入射主要面に対して湾曲又は傾斜させたことを特徴とする請求項 1 記載の電子増倍器。

【請求項 3】 前記電子入射主要面と前記起立面とのコナー部分を、湾曲状又は直角状又は傾斜状にさせたことを特徴とする請求項 1 記載の電子増倍器。

【請求項 4】 前記陽極部をリニアに配列させたことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の電子増倍器。

【請求項 5】  $2 \times 2$  マトリクス状の前記陽極に対応して前記最終段ダイノードに設けられた仕切部には、前記陽極の前記電子通過孔に対応する位置で、前記電子入射主要面の端部から前記陽極に向けて立ち上がる仕切面が更に設けられたことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の電子増倍器。

【請求項 6】 前記仕切面を前記電子入射主要面に対して湾曲又は傾斜させたことを特徴とする請求項 5 記載の電子増倍器。

【請求項 7】 前記電子入射主要面と前記仕切面とのコナー部分を、湾曲状又は直角状又は傾斜状にさせたことを特徴とする請求項 5 記載の電子増倍器。

【請求項 8】 請求項 1～7 のいずれか一項に記載の電子増倍器において、光電面をもった受光面板を更に備えたことを特徴とする光電子増倍管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、最終段ダイノードを有する電子増倍器及び光電子増倍管に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来からある光電子増倍管の一例として、特開平 6-314550 号公報がある。この公報に開示された電子増倍器は、図 13 に示すように、入射した電子を増倍させるためのブロック状の電子増倍部 100 を備え、この電子増倍部 100 の下方には平板状の陽極 101 が設けられ、この陽極 101 には、電子増倍部 100 から出射した電子を通過させるための複数の電子通過孔 102 が形成され、各電子通過孔 102 は複数の

陽極部 103 で形成され、陽極 101 は複数の陽極部 103 によりマルチチャンネル化されている。更に、陽極 101 の下方には平板状の最終段ダイノード 104 が設けられ、この最終段ダイノード 104 には、電子通過孔 102 を通過した電子を増倍して各陽極部 103 に入射させるためのフラットな電子入射面 105 が複数設けられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の光電子増倍管は、次のような課題を有している。

【0004】すなわち、従来の光電子増倍管において、最終段ダイノード 104 の各電子入射面 105 は全面に亘ってフラットに形成されているので、電子が最終段ダイノード 104 の電子入射面 105 に入射して 2 次電子が発生した場合、図 13 に示すように、2 次電子の方向性が安定せず、各 2 次電子は、予定された陽極部 103 以外に、隣接する陽極部 103 にも捕捉されてしまう。そして、このことがクロストークの原因になっていた。

【0005】本発明は、上述した課題に鑑みてなされたもので、クロストークの発生を抑制することのできる電子増倍器及び光電子増倍管を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による電子増倍器は、入射した電子を増倍するためのダイノードを複数段に積層させた電子増倍部と、電子増倍部から出射した電子を通過させる複数の電子通過孔を形成させるための複数の陽極部をもった陽極と、陽極の各電子通過孔を通過した電子を各陽極部に入射させる電子入射面を有する最終段ダイノードとを備え、複数のチャンネルをもった電子増倍器において、電子入射面は、電子通過孔に対峙する電子入射主要面と、陽極の電子通過孔に対応する位置で電子入射主要面の端部から陽極に向けて立ち上がる起立面とを有することを特徴としている。

【0007】本発明による電子増倍器によれば、電子増倍部の所定のチャンネルに電子を入射させた場合、この電子は、各ダイノードで多段増倍され、陽極の電子通過孔を通過したのち最終段ダイノードに入射し、最終段ダイノードの電子入射面で 2 次電子を発生させる。ここで、電子入射面の起立面及び電子入射主要面は、それぞれ同じチャンネルに属する陽極部に向けられているので、各電子入射面と各陽極部との間に作り出される等電位面により、電子入射面で発生した 2 次電子を、等電位面に直交する方向、すなわち、同じチャンネルに属する陽極部に集中させることができる。このため、各チャンネル毎に電子入射面と陽極部とを一対一で確実に対応させることができ、隣り合う陽極部の間でのクロストークの発生が抑制されることになる。

【0008】また、起立面を電子入射主要面に対して湾

曲又は傾斜させる構成とした。

【0009】また、電子入射主要面と起立面とのコーナー部分を、湾曲状又は直角状又は傾斜状にさせる構成とした。

【0010】また、陽極部をリニアに配列させる構成とした。

【0011】また、本発明による電子増倍器は、 $2 \times 2$ マトリクス状の陽極に対応して、最終段ダイノードに設けられた仕切部には、陽極の電子通過孔に対応する位置で、電子入射主要面の端部から陽極に向けて立ち上がる仕切面が更に設けられる構成とした。 10

【0012】また、仕切面を電子入射主要面に対して湾曲又は傾斜させる構成とした。

【0013】また、電子入射主要面と仕切面とのコーナー部分を、湾曲状又は直角状又は傾斜状にさせる構成とした。

【0014】また、本発明による光電子増倍管は、前述した電子増倍器において、光電面をもった受光面板を更に備える構成とした。 20

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明による光電子増倍管の第1実施形態について詳細に説明する。

【0016】図1に示すように、光電子増倍管1は角筒形状の金属容器2を有し、この金属容器2の一端部には、ガラス製の受光面板3が気密に取り付けられている。この受光面板3の内側には、光を電子に変換するための光電面4が設けられ、この光電面4は受光面板3に蒸着したアンチモンにアルカリ金属を反応させることで形成される。また、金属容器2の他端部は開放され、電子増倍部27の挿入に利用されている。この電子増倍部27は、図2に示すように、金属容器2に対して気密に取り付けられる平板状の金属製システム5を有している。このシステム5の中央には、金属容器2の内部と外部とを連通させる円筒状の金属製の排気管6が固定されている。この排気管6は、金属容器2と電子増倍部27とを組み付けた後、金属容器2の内部を真空ポンプ(図示せず)によって排気して真空状態にするに利用されると共に、光電面4の形成時に反応させるアルカリ金属蒸気を金属容器2内に入れる場合にも利用される。 30

【0017】図2に示すように、電子増倍器27は、光電面4の真下に配置される平板状の集束電極7を有し、この集束電極7には、スリット状の開口部9が16本形成され、この16本の開口部9は一方向にリニアに配列され、それぞれチャンネル8aを構成している。 40

【0018】電子増倍器27は、集束電極7の下方に配置されるブロック状の電子増倍部10を有し、この電子増倍部10は、平板状のダイノード11を8枚積層することで一体に形成され、各ダイノード11にはスリット状の電子増倍孔12が16本形成され、16本の電子増倍孔12はそれぞれチャンネル8bを構成し、各チャ 50

ンネル8bは集束電極7のチャンネル8aに対応している。

【0019】電子増倍器27は、電子増倍部10の下方に配置される陽極13を有し、この陽極13は16個の独立した細長い陽極部24で構成されている。各陽極部24は、チャンネル8a、8bと同一方向にリニアに配列されている。隣接する陽極部24間には、それぞれ電子通過孔14が形成され、各電子通過孔14は、電子増倍部10の各チャンネル8bに対応している。

【0020】図2及び図3に示すように、電子増倍器27は、陽極13の下方に配置される平板状の最終段ダイノード15を有し、この最終段ダイノード15は、16本の電子入射部17を有し、各電子入射部17はそれぞれチャンネル8cを構成し、隣接する電子入射部17間にはスリット状の貫通孔16が形成されている。各電子入射部17は、電子通過孔14を通過した電子が入射する位置に配設され、陽極部24の配列方向と同一の方向に16本配列されている。

【0021】図4に示すように、各電子入射部17の表面には電子入射面18が形成されている。この電子入射面18は、電子通過孔14を通過した電子が入射する位置に形成されている。電子入射面18は、図5に示すように、フラットな電子入射主要面18aと、この電子入射主要面18aの端部18bから陽極13の各陽極部24に向けて立ち上がる起立面18cとから構成されている。

【0022】起立面18cは、電子入射主要面18aに対して湾曲しているのが好ましい。このように起立面18cを湾曲させることで、起立面18cと陽極部24との間には、起立面18cの湾曲形状に対応した形状の等電位面(図示せず)が形成され、この等電位面が、同一チャンネル8に属する陽極部24で捕捉し得る2次電子数を増加させる。このような電子入射面18はエッティング等により形成されている。また、電子入射面18は、アンチモン及びアルカリ金属等の2次電子放出物質で形成され、電子が入射した場合に2次電子を発生させる。なお、図6の一点鎖線で示すように、起立面18cは電子入射主要面18aに対して傾斜させてもよく、図6の実線で示すように、起立面18cと主要面18aとのコーナー部分29を直角状に形成してもよい。また、図示しないが、コーナー部分29のみを傾斜状又は湾曲状に形成してもよい。

【0023】更に、図3及び図7に示すように、電子入射面18の両端部には、電子入射主要面18aの両端部18dから陽極13に向けて立ち上がる側壁面28が形成されている。各側壁面28は、前述した起立面18cと同様に、電子入射主要面18aに対して直角状、傾斜状又は湾曲状に形成されている。

【0024】ここで、電子増倍器27を組み立てるに際して、図2に示すように、集束電極7と電子増倍部10

と陽極 13 と最終段ダイノード 15 とは、金属容器 2 の外部からステム 5 を貫通して垂直に延びるステムピン 23 によって固定されている。また、電子増倍部 10、陽極 13 及び最終段ダイノード 15 は、このピン 23 によって、所定の電位が与えられ、光電面 4 と集束電極 7 とは同じ電位に設定され、電子増倍部 10、最終段ダイノード 15、陽極 13 は、この順に高い電位に設定されている。

【0025】次に、前述した構成に基づき、光電子増倍管 1 の作用について図面と共に説明する。

【0026】まず、集束電極 7、電子増倍部 10、陽極 13 及び最終段ダイノード 15 に、ピン 23 を介して所定の電位を与える。この状態で、金属容器 2 の外部から光が入射した場合、図 8 の実線矢印で示すように、この光は、光電面 4 で光電子に変換され、光電子は、集束電極 7 の各開口部 9 に集束された後、ダイノード 11 の電子増倍孔 12 に入射し、各ダイノード 11 で多段増倍されて、電子増倍部 10 から出射される。そして、光電子は、陽極部 24 同士間の電子通過孔 14 を通過し、最終段ダイノード 15 の電子入射面 18 に入射した後、電子入射面 18 で多数の 2 次電子を発生させ、この 2 次電子が各陽極部 24 で検出される。

【0027】ここで、図 4 及び図 5 に示すように、電子入射面 18 の起立面 18c 及び電子入射主要面 18a がそれぞれ、同じチャンネル 8 に属する陽極部 24 に向かっているので、電子入射面 18 と陽極部 24 との間に作り出される等電位面により、電子入射面 18 で発生した 2 次電子を、等電位面に直交する方向、すなわち、同じチャンネル 8 に属する陽極部 24 に集中させるように向かわせることができる。従って、各チャンネル毎に、各電子入射面 18 と各陽極部 24 とを一対一で確実に対応させることができ、隣り合う陽極部 24 の間でのクロストークの発生が抑制されることになる。

【0028】次に、本発明による光電子増倍管の第 2 実施形態について図 9 ないし図 11 を参照して説明する。なお、光電子増倍管の第 1 実施形態と同一又は同等の構成部分については同一符号を付す。

【0029】図 9 に示すように、陽極 13A は  $2 \times 2$  マトリクス状に分割され、各陽極 13A には、スリット状の電子通過孔 14 が 7 個形成され、各電子通過孔 14 は一方向にリニアに配列されている。また、この配列方向において、隣接する陽極 13A 同士間の空間 14a も電子通過孔 14 として機能している。

【0030】陽極 13A の下方には、図 10 に示すように、平板状の最終段ダイノード 15A が配置され、この最終段ダイノード 15A の中央には仕切部 25 が設けられ、この仕切部 25 は、左右の陽極 13A 同士を離間させる直線状の空隙部 13B (図 9 参照) に対峙して直線状に設けられている。この仕切部 25 により、最終段ダイノード 15A は 2 つの領域 15Aa, 15Ab に分割

され、各領域 15Aa, 15Ab には、複数のチャンネル 8d が仕切部 25 の長手方向に平行に且つリニアに配列され、各チャンネル 8d は、各陽極 13A の電子通過孔 14 に対応する位置に配置されている。

【0031】図 10 及び図 11 に示すように、各チャンネル 8d に対応する各電子入射面 18 は、フラットな電子入射主要面 18a を有し、この電子入射主要面 18a は、この電子入射主要面 18a の幅方向の端部 18b から、陽極 13A に向けて立ち上がる起立面 18c を有している。更に、電子入射主要面 18a は、この電子入射主要面 18a の延長方向の端部 18e から、仕切部 25 の頂縁部に向けて立ち上がる仕切面 26 を有している。この仕切面 26 は、フラットな電子入射主要面 18a に対して湾曲している。

【0032】従って、最終段ダイノード 15A の仕切部 25 に、湾曲した仕切面 26 が形成されているので、仕切部 25 を境にして隣接するチャンネル 8d 同士のクロストークを抑制することができる。また、チャンネル 8d の幅方向において、各起立面 18c により、隣接するチャンネル 8d 同士のクロストークを抑制することができる。なお、仕切面 26 を電子入射主要面 18a に対して傾斜させてもよく、電子入射主要面 18a と仕切面 26 とのコーナー部分のみを湾曲状又は直角状又は傾斜状としてもよい。

【0033】ただし、光電子増倍管の第 2 実施形態において、図示しないが、この光電子増倍管は平板状の集束電極を有し、この集束電極は中央に仕切部を有し、この仕切部によって 2 つの領域に分割されている。分割された各領域には、スリット状の 14 個のチャンネルが一方にリニアに配列されている。この集束電極の下方には、ブロック状の電子増倍部が配置され、電子増倍部を構成する平板状の各ダイノードには、集束電極の各チャンネルに対応して、1 つの電子増倍孔により構成されるスリット状のチャンネルが形成されている。すなわち、各ダイノードには、28 個のチャンネルがマトリクス状に配列され、各チャンネルは集束電極に形成された開口部とほぼ一致する位置に配列されている。

【0034】本発明は、前述した第 1 及び第 2 実施形態に限られない。例えば、図 12 に示すように、厚めの最終段ダイノード 15 を深く切欠くことにより、起立面 18c を有する長い突出部 P を陽極 13 の各電子通過孔 14 に入り込ませる構成としてもよい。この場合、陽極部 24 間を突出部 P で略完全に遮断することができ、各チャンネル 8 每に各電子入射面 18 と各陽極部 24 との対応関係をより明確にすることができるので、クロストークの発生を極めて低減させることができる。

【0035】また、電子増倍器 27 は、前述した金属容器 2 が無い状態の単体部品として使用された場合、真空中チャンバ (図示せず) 内で使用される。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように本発明による電子増倍器又は光電子増倍管は、前述したように構成されているので、以下に示す効果を有する。

【0037】すなわち、本発明による電子増倍器又は光電子増倍管は、電子入射面は、電子通過孔に対峙する電子入射主要面と、陽極の電子通過孔に対応する位置で電子入射主要面の端部から陽極に向けて立ち上がる起立面とを有する構成としているので、各チャンネル毎に各電子入射面と各陽極部とを一対一で確実に対応させることができ、隣り合う陽極部間でのクロストークの発生が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光電子増倍管の外観を示す斜視図である。

【図2】本発明に係る光電子増倍管の第1実施形態に適用させる電子増倍器を示す分解斜視図である。

【図3】最終段ダイノードを示す平面図である。

【図4】図3のI-V-I-V線に沿う断面の端面図である。

【図5】最終段ダイノードと陽極部と電子増倍部との関係を示す斜視図である。

【図6】電子入射面の変形例を示す断面図である。

【図7】電子入射部の端部を示す拡大斜視図である。

【図8】光電子増倍管の断面図である。

【図9】光電子増倍管の第2実施形態で用いられる陽極を示す平面図である。

【図10】光電子増倍管の第2実施形態で用いられる最終段ダイノードを示す平面図である。

【図11】図10の最終段ダイノードの要部を示す斜視図である。

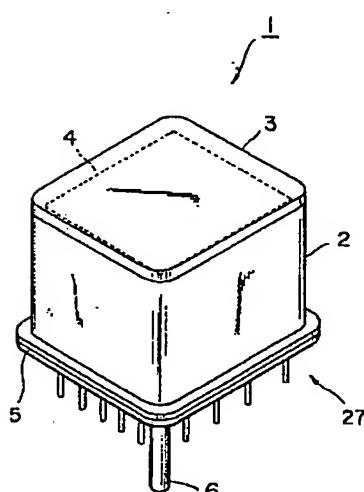
【図12】最終段ダイノードの変形例を示す断面図である。

【図13】従来の光電子増倍管の要部を示す断面図である。

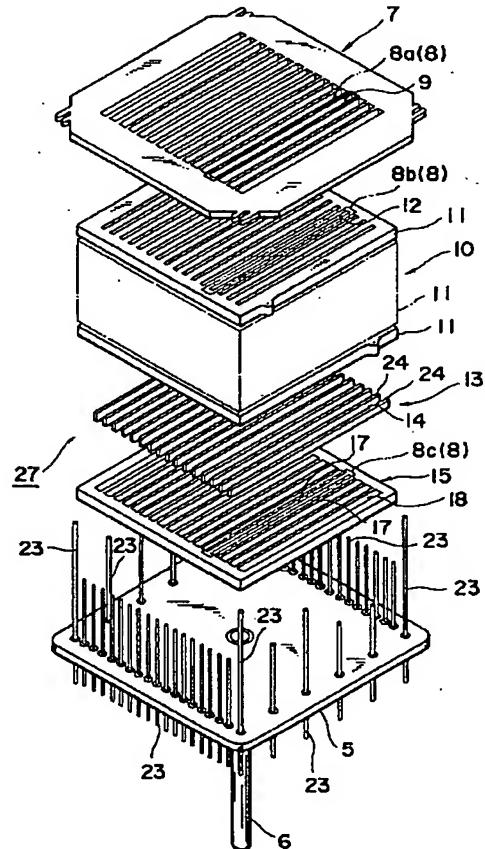
【符号の説明】

3…受光面板、4…光電面、8, 8a, 8b, 8c…チャンネル、10…電子増倍部、11…ダイノード、14…電子通過孔、13…陽極、15…最終段ダイノード、18…電子入射面、18a…電子入射主要面、18b…端部、18c…起立面、24…陽極部、25…仕切部、26…仕切面、29…コーナー部分。

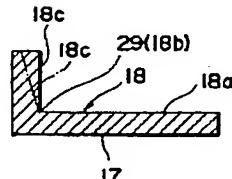
【図1】



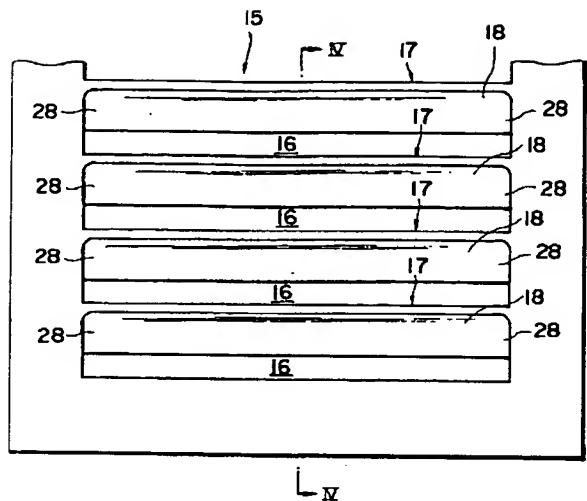
【図2】



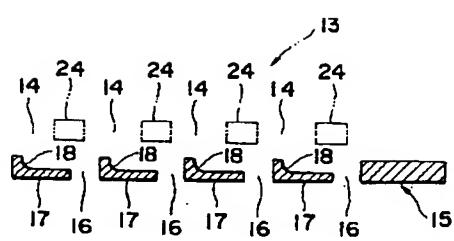
【図6】



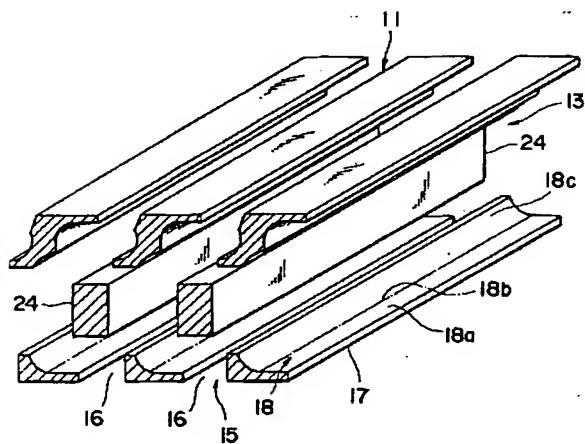
【図3】



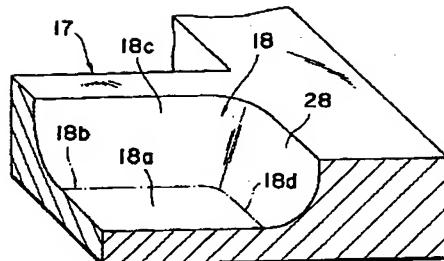
[図4]



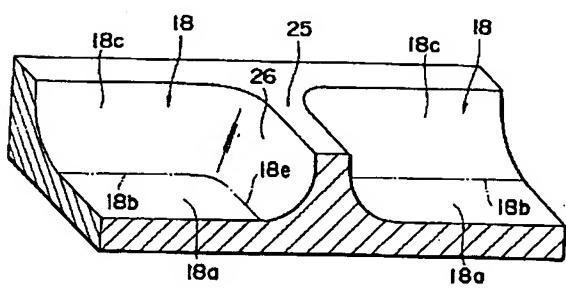
【図5】



【図7】



[図 1-1]



〔圖8〕

